

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ  
Представництво Польської академії наук в Києві  
Польська академія наук Відділення в Любліні  
Академія інженерних наук України  
Українська асоціація аграрних інженерів

Міністерство  
освіти і науки  
України



122 річниці НУБіП України присвячується

**ЗБІРНИК**  
**ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ**  
**XVI МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ**  
**«РАЦІОНАЛЬНЕ ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГІЇ В ТЕХНІЦІ»**  
*з нагоди 89-ї річниці від дня народження*  
**МОМОТЕНКА**  
*Миколи Петровича*  
*(1931-1981)*

**TechEnergy 2020**

*19-22 травня 2020 року*  
*м. Київ*

УДК 621.87

## ДИНАМІЧНИЙ АНАЛІЗ ПЕРЕМІЩЕННЯ МОСТОВОГО КРАНА

**В. В. Крушельницький, к.т.н.***Національний університет біоресурсів і природокористування України,  
м. Київ, Україна*

При роботі мостових кранів металоконструкції піддаються значним динамічним навантаженням. Процес переміщення вантажів супроводжується коливаннями моста крана, кінцевих балок, вантажу та інших вузлів і їх елементів. Слід відмітити перехідний процес розгону механізму переміщення моста, який супроводжується найбільшими значеннями динамічних навантажень, що впливають на швидкість виконаної операції (циклу), додаткової витрати електроенергії та надійності крана. Для досліджень цих негативних факторів необхідно провести динамічний аналіз руху крана.

Для дослідження використано тримасову динамічну модель мостового крана з вантажем на гнучкому підвісі (рис. 1):

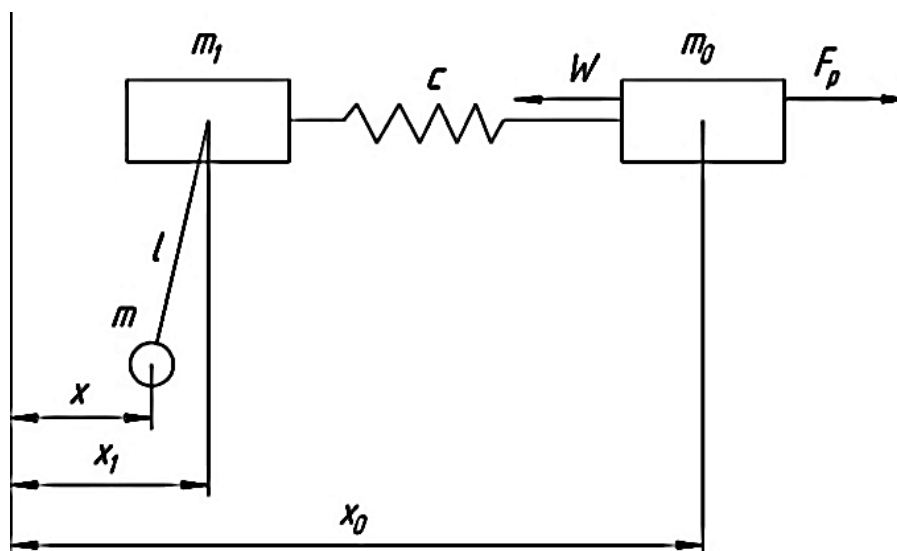


Рис. 1. Тримасова динамічна модель мостового крана.

На рис. 1  $m_0$ ,  $m_1$ ,  $m$  – приведені маси кінцевих балок з приводом, мостової балки з візком та вантажу. Маса приводу і кінцевих балок з'єднана з приведеною масою кранової мостової балки крана пружним елементом з жорсткістю  $c$ . До маси приводу і кінцевих балок прикладено рушійне зусилля  $F_p$  та сила опору переміщення балки крана  $W$ . В цій моделі  $x$ ,  $x_0$ ,  $x_1$  узагальнені координати приведених мас вантажу, кінцевих балок з приводом та мостової балки з вантажем відповідно, а  $l$  – довжина гнучкого підвісу вантажу.

Динамічна модель (рис. 1) описується наступною системою диференціальних рівнянь руху:

$$\begin{cases} m_0 \ddot{x}_0 = F_p - W - c(x_0 - x_1); \\ m_1 \ddot{x}_1 = c(x_0 - x_1) - \frac{mg}{l}(x_1 - x); \\ \ddot{x} = \frac{g}{l}(x_1 - x). \end{cases} \quad (1)$$

де  $g$  – прискорення вільного падіння.

Крутний момент двигуна змінюється за формулою Клосса:

$$M_{\text{дв}} = \frac{2M_{\text{max}}(1 + S_{\text{кр}})}{\frac{S_{\text{кр}}}{S} + \frac{S}{S_{\text{кр}}} + 2S_{\text{кр}}}. \quad (2)$$

Для розв'язку системи диференціальних рівнянь (1) використано чисельне інтегрування з наступними розрахунковими даними:  $m = 3200 \text{ кг}$ ;  $m_0 = 546 \text{ кг}$ ;  $m_1 = 669 \text{ кг}$ ;  $W = 1479,63 \text{ Н}$ ;  $S = 0,068$ ;  $S_{\text{кр}} = 0,3$ ;  $M_{\text{max}} = 6,29 \text{ Н} \cdot \text{м}$ ;  $c = 679680 \text{ Н/м}$ ;  $l = 6 \text{ м}$ ;

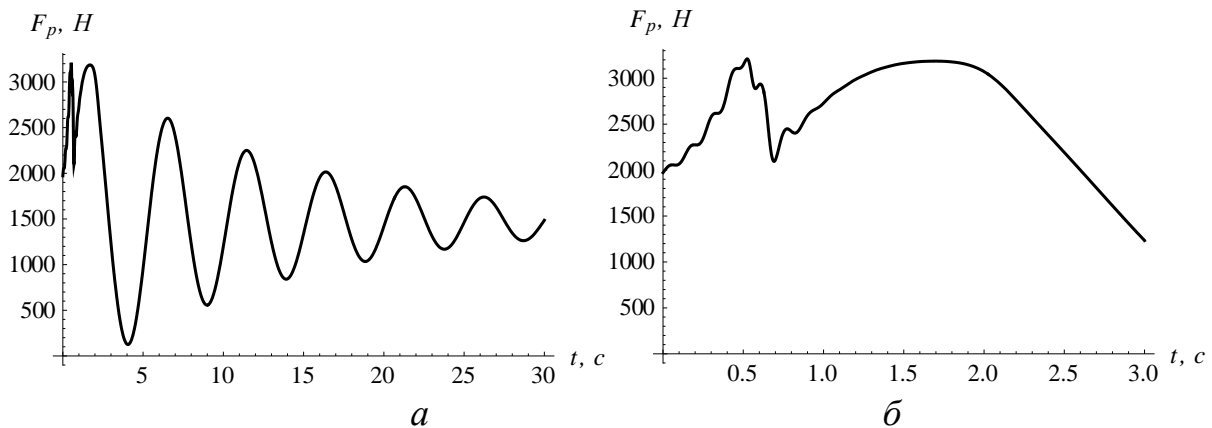


Рис. 2. Графіки зміни рушійного зусилля крана: а – тривалість переміщення 30 секунд; б – тривалість переміщення 3 секунди.

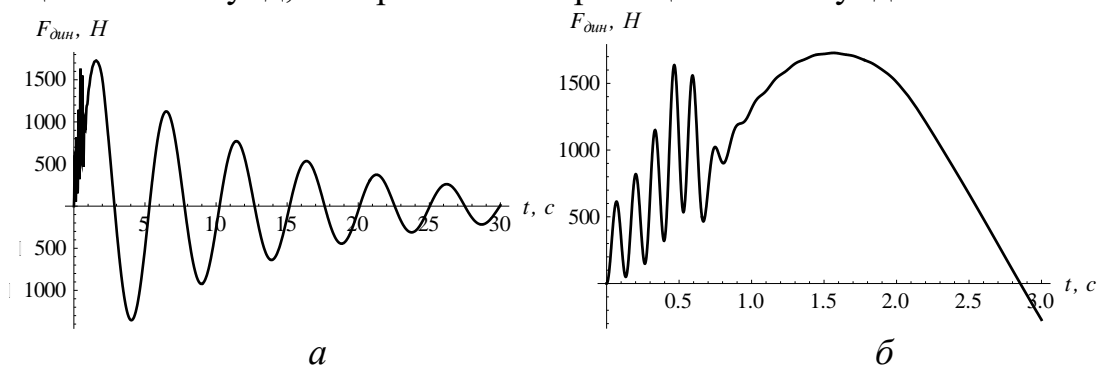


Рис. 3. Графік зміни пружного зусилля в мостовій балці крана: а – тривалість переміщення 30 секунд; б – тривалість переміщення 3 секунди.

Графіки рис. 2 – рис. 3 відображають перехідний процес пуску механізму переміщення мостового крана. Цей процес супроводжується динамічними навантаженнями, що видно з рис. 2 і рис. 3, які відображають зміну рушійного зусилля приводу та пружного зусилля в мостовій балці. Зміна цих навантажень

зумовлена дією електромагнітного моменту двигуна, який змінюється за рівнянням Клоса і є нелінійною функцією відносно кутової швидкості двигуна. Рух системи супроводжується плавно-затухаючими коливаннями. Цей процес зумовлений коливаннями вантажу, пікове значення якого виникає на початку пуску системи і становить близько  $3^\circ$ , і також має плавно затухаючий характер. Усунути коливання на початку руху можна шляхом оптимізації перехідного процесу розгону. Оптимізація перехідного процесу пуску системи дасть змогу зменшити динамічні навантаження на металоконструкції мостового крана та покращить динамічні показники механічної системи в цілому.